

⑤

Int. Cl.:

F 02 m, 65/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤

Deutsche Kl.: 46 c, 65/00

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

# Offenlegungsschrift 1 942 435

Aktenzeichen: P 19 42 435.2

Anmeldetag: 20. August 1969

Offenlegungstag: 26. Februar 1970

Ausstellungspriorität: —

⑮

Unionspriorität

⑯

Datum: 20. August 1968

⑰

Land: Japan

⑱

Aktenzeichen: 59737-68

⑤

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur dynamischen Bestimmung des Einspritzzeitpunktes beim Verbrennungsmotor

⑥

Zusatz zu: —

⑦

Ausscheidung aus: —

⑧

Anmelder: Kabushiki Kaisha Toyota Chuo Kenkyusho, Showa, Aichi (Japan)

Vertreter: Ihmig, Dipl.-Ing. Rudolf, Patentanwalt, 8000 München

⑨

Als Erfinder benannt: Oshima, Yujiro, Ichinomiya; Mori, Nobuyuki, Nagoya; Hayakawa, Kizo; Aichi (Japan)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

BEST AVAILABLE COPY

**DIPL.-ING. RUDOLF W. IHMIG**  
**PATENTANWALT**

1942435

Patentanwalt Ihmig 8 München 23 Leopoldstr. 32

8 München 23  
Leopoldstraße 32  
Tel.: (0811) 34 18 23  
Telex: 05 26455 pati d  
Dresdner Bank München 59 365  
Postscheckamt München 18 19 15

P DB 5696

Anmelderin: KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO

2-12, HISAKATA, SHOWA-KU, NAGOYA-SHI, AICHI-KEN, JAPAN.

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur dynamischen Bestimmung des  
Einspritzzeitpunktes beim Verbrennungsmotor.

---

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Feststellung der Einspritzzeiteinstellung in der Einspritzvorrichtung von Diesel- bzw. Benzinmotoren.

Die Bestimmung der geeigneten Kraftstoffeinspritzzeit stellt beim Verbrennungsmotor ein wichtiges Problem dar, da die Einspritzzeit großen

009809/1241

Einfluß hat auf die Kraftstoffzufuhr und -Verbrennung, auf die Motorleistung, auf die Höhe des Kraftstoffverbrauchs und auf die auf Grund unvollständiger Verbrennung, von unverbranntem Kraftstoff im Auspuff herrührende Rauchkonzentration.

Bei schnell laufenden Automotoren steht bei vorverlegter Einspritzzeit eine größere Tendenz dahin, daß der Kraftstoff in die Verbrennungskammer gespritzt wird, bevor die Kompressionstemperatur darin hoch genug ist, um den Kraftstoff zu zünden, was verzögerte Zündung, unnormale Druckerhöhung und starkes Klopfen zur Folge hat. In derartigen Motoren besteht die Neigung zur Annäherung an den Zustand der Verbrennung unter konstantem Volumen: der Motor läuft hart, Motorleistung und Kraftstoffverbrauch nehmen ab.

Wird bei Schnellläufern der Einspritzzeitpunkt verzögert, so tritt der Kraftstoff in die Verbrennungskammer, und es kommt zur Zündung während des Niedergehens des Kolbens und daher zu einer Herabsetzung der Motorleistung, und der Verbrennungsdruck sinkt allmählich. Auch hier nähert sich der Motor dem Zustand der Verbrennung unter konstantem Druck. Der Motor läuft ruhiger, aber die Farbe der Auspuffgase wird dunkel; Auspufftemperatur und Kraftstoffverbrauch steigen.

Der Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung sollte zweckmäßigerweise so eingestellt werden, daß er in eine Zeit zwischen den beiden Bedingungen fällt, derart, daß der Verbrennungsdruck innerhalb

eines zulässigen Bereiches liegt und das Auspuffgas hell wird, was verringerten Kraftstoffverbrauch bedeutet. Schnellläufer sollten stets mit geeignetem Einspritzzeitpunkt betrieben werden, um kontinuierlichen und gleichbleibenden Betrieb zu gewährleisten.

Um in Automobilmotoren die oben genannten wünschenswerten Laufbedingungen zu erzielen, ist es erforderlich, den Einspritzzeitpunkt so einzustellen, daß er zu jedem beliebigen Stand des Laufens paßt. Ist der Einspritzzeitpunkt zu sehr vorverlegt oder zu sehr verzögert, so ist die Kurbelstellung der Kurbelwelle so einzustellen, daß die nicht zufriedenstellenden Motorbedingungen überwunden werden.

Ein automatischer Zeitgeber wird üblicherweise benützt, um den Kraftstoffeinspritzzeitpunkt in Übereinstimmung mit der Motorgeschwindigkeit so zu regeln, daß der Einspritz-Vorwinkel vorverlegt oder verzögert wird, im Hinblick auf einen gewissen Normalwert des Einspritzzeitpunktes mit den Veränderungen im jeweiligen Arbeitszustand des Motors. Zusätzlich zu einem derartigen Zeitgeber kann ein Unterdruckregler oder Fliehkraftregler zur Einstellung des Einspritzzeitpunktes benützt werden.

Bei der Vornahme der Einstellung des Zeitgebers oder Reglers ist es grundlegend wichtig, den Einspritzzeitpunkt des Einspritzers zu kennen.

Bei Motoren mit gleichbleibender Geschwindigkeit ist es unnötig, den Einspritzzeitpunkt während des Laufens der Motore zu verändern, wenn der Einspritzzeitpunkt zu Beginn richtig eingestellt worden ist. Der richtige Einspritzzeitpunkt aber muß durch Versuch ermittelt werden.

Der eine konventionelle Weg zur Bestimmung des Einspritzzeitpunktes ist eine statische Bestimmungsmethode. Bei dieser Methode befindet sich ein Rohr zur Bestimmung des Einspritzzeitpunktes an dem Kraftstoffauslaßventilträger eines Dieselmotors, und die Kurbelwellenscheibe wird betätigt, um den Motor um ein wenig zu drehen. Der Einspritzzeitpunkt wird bestimmt durch den Kurbelwinkel an dem Zeitpunkt, an welchem die Kraftstoffoberfläche am unteren Ende des Rohrs zur Bestimmung des Einspritzzeitpunktes zu steigen beginnt. Diese Methode hat den Nachteil, daß der Ein-

009809/1241

spritzzeitpunkt dann durch Messung ermittelt wird, wenn der Motor nicht läuft und nicht, wenn er läuft, da das Messen während des Arbeitens des Motors nicht möglich ist. Darüber hinaus wird das Ansteigen des Kraftstoffspiegels im Rohr mit bloßem Auge festgestellt, und es kommt meist zu einem Sehfehler, zurückzuführen auf die individuellen Unterschiede der Augen der einzelnen Beobachter. Weiterhin weicht der tatsächliche Zeitpunkt von dem gemessenen ab, wegen der Länge der Zufuhrleitung des Hochdruckkraftstoffs, und es wird daher die gemessene Zeit der Einspritzung verzögert um die Zeit, die erforderlich ist, um den Kraftstoff durch die Hochdruckkraftstoffleitung zu befördern, so daß es unmöglich ist, den tatsächlichen Einspritzzeitpunkt zu bestimmen.

Eine andere konventionelle Methode zur Bestimmung des Einspritzzeitpunktes ist eine dynamische Bestimmungsmethode. Bei dieser Methode ist ein Nadelstift im Einspritzer am oberen Ende der Ventilstößelstange vorgesehen, durch die Mitte der Düsenfeder gehend, so daß er die Federträger-Unterlegscheibe berührt. Der unter Hochdruck von der Einspritzpumpe bei laufendem Motor kommende Kraftstoff erreicht die unter Druck stehende Ventilloberfläche und überwindet die Federkraft, um das Nadelventil zu heben und gleichzeitig den Nadelstift. Die Hebung dieses Stiftes wird durch die Veränderung der Lichtstärke eines von dem Stift unterbrochenen und einen Fotozellentransistor treffenden Lichtstrahls oder durch die Veränderung der Kapazität in einem den Stift umfassenden Kondensator, wobei diese Veränderungen in Spannung und Strom umgewandelt werden. Auf diese Weise wird der Nadelstift auf das Ventil gebracht und es wird daher die gegenwirkende Masse des Ventils erhöht, was einen Unterschied im Betrag der Einspritzung verursacht. Aus diesem Grunde ist diese konventionelle Methode von unzulänglicher Genauigkeit. Diese Unzulänglichkeit macht es erforderlich, den Einspritzer selbst zu verbessern, wodurch die Vorrichtung kompliziert wird und nicht leicht zu handhaben ist. Der Motor muß besonders entworfen werden, um Platz für einen derartigen Transistor oder Kondensator zu schaffen und auch der Einspritzer.

#### Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel die Lösung der obenerwähnten

009809/1241

Probleme, Fehler und Nachteile konventioneller Vorrichtungen und Methoden zum Messen des Einspritzzeitpunktes, und eine Methode zu liefern zum korrekten Bestimmen des Einspritzzeitpunktes des Einspritzers eines Verbrennungsmotors.

Ein anderer wichtiger Gegenstand der Erfindung ist es, eine verbesserte Methode und ein verbessertes Gerät zum Bestimmen des Einspritzzeitpunktes zu liefern durch das Vorsehen leichter Abänderungen im Einspritzer des Verbrennungsmotors, wobei derartige Abänderungen die Konstruktion bzw. die Arbeitsweise des Einspritzers sonst nicht berühren.

Ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, eine Methode zur Bestimmung des Einspritzzeitpunktes bei einer beliebigen Motorgeschwindigkeit zu liefern, die einfach und leicht zu befolgen ist und die die Verwendung einfacher und nicht teurer Geräte ermöglicht.

Erfindungsgemäß ist die Einspritznadelventilstellvorrichtung, die das Ventil, zu dessen Sitz im Kraftstoffauslauf drängt, an ihrem fernen Ende mit wenigstens einem Dehnungsmesserelement der Draht- und Halbleitertypen ausgerüstet oder mit wenigstens einem piezoelektrischem Element, das die Veränderung in der Beanspruchung oder der Kraft der Ventilsfeder in ein elektrisches Signal umwandelt, wenn das Ventil sich öffnet, um Kraftstoff in die Verbrennungskammer des Motors zu spritzen, wobei besagtes Signal so weitergeleitet wird, daß es eine stroboskopische Lampe auslöst, die so angebracht ist, daß sie eine Kurbelwinkelskala beleuchtet, die sich mit der Kurbelwelle dreht. Die Skala wird zusammen mit einer festen Indexmarkierung am Motorblock beobachtet, so daß der Kurbelwinkel zum Zeitpunkt der Einspritzung bestimmt wird, als ob der Motor zur Zeit des Ablesens bewegungslos wäre.

Mittels konventioneller Methoden der Einspritzzeitpunktbestimmung, ob dynamisch oder statisch, können die Ablesungen nicht mit der Genauigkeit erfolgen, die mit der erfindungsgemäßen Methode erzielt wird, bei der im Augenblick, in dem das Nadelventil des Einspritzers den Ventilsitz verläßt, um Kraftstoff in den Zylinder zu spritzen und während der Motor sich in beliebiger Geschwindigkeit dreht, die stroboskopische Lampe augenblicklich auslöst, um einen synchronisierten Strahl zu liefern, der die Kurbelwinkelskala

beleuchtet, um den Einspritzzeitpunkt anzuzeigen. Der Beginn des Aufbaus des Kraftstoffdrucks, der das Einspritzventil öffnen will, wird also festgestellt, und der Strahl wird erst in dem Augenblick ausgesandt, der dem Augenblick entspricht, in dem das Ventil beginnt, seinen Sitz zu verlassen. Hieraus ergibt sich, daß der Kurbelwinkel der Kurbelwelle gemessen werden kann, als ob sich der Motor im Ruhezustand befände.

Es ist daher möglich, die korrekte Einstellung durchzuführen, um den Motorbedingungen gerecht zu werden durch Vorverlegen oder Verzögerung des Einspritzzeitpunktes, auf Grund des dynamischen Einspritzzeitpunktes wie oben erwähnt abgelesen und gemessen, wobei der Zustand des Motorlaufs berücksichtigt wird und als Ergebnis ist es möglich, die Motorleistung zu verbessern, den Kraftstoffverbrauch zu verringern und die hohe Konzentration der Abgase zu verhindern, die durch unvollständiges Verbrennen des Kraftstoffs zustandekommt.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Obwohl verschiedene spezifische Verwirklichungen der Erfindung gezeigt und beschrieben werden sind, so ist es doch offenbar, daß viele Veränderungen daran möglich sind. Die Erfindung soll daher nicht eingeschränkt werden auf die genaue Wiedergabe der Zeichnungen und deren Beschreibung, sondern ist auszufassen als vernünftige und offenbare Äquivalente einschließend.

Abb. 1 ist eine senkrechte Schnittansicht eines der praktischen Verwendung dieser Erfindung dienenden Einspritzers;

Abb. 2 stellt eine vergrößerte Querschnittansicht des Hauptteils des Einspritzers der Abb. 1 dar;

Abb. 3 und 4 sind gleichartige vergrößerte Schnittansichten, die Abänderungen des Einspritzers der Abb. 1 zeigen;

Abb. 5 ist eine senkrechte Schnittansicht eines anderen Einspritzers, der mit der vorliegenden Erfindung verwandt werden kann;

Abb. 6 ist eine vergrößerte Schnittansicht des Hauptteils des Einspritzers der Abb. 5;

Abb. 7 ist eine schematische Darstellung, die die vollständige Zeitpunktbestimmungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung bei

einem Dieselmotor zeigt;

Abb. 8 ist ein Schaubild, das die Einspritzzeitpunktbestimmung, den Einspritzdruck und den Kurbelwinkel zeigt, wie vermittels der erfindungsgemäßen Methode gemessen, und

Abb. 9 stellt ein Schaubild dar, in dem die Einspritzzeitpunktbestimmung nach der erfindungsgemäßen Methode mit derjenigen der konventionellen Methode verglichen wird.

Die erfindungsgemäße Methode soll erklärt werden im Hinblick auf zwei Einspritzertypen, die in Benzin-, Diesel- bzw. Motoren mit konstanter Geschwindigkeit verwandt werden, nämlich der Einspritzer A, Abb. 1, in welchem der Einspritzdruck geregelt wird durch Drehen der Einspritzdruckregulierschraube 17, und der Einspritzer B, Abb. 5, bei dem der Einspritzdruck geregelt wird, indem die Federsitz-Unterlegscheibe 16 d durch eine solche anderer Stärke ersetzt wird.

Wie in den Abbildungen 1 bis 4 gezeigt, weist der Einspritzer A eine Düse 4 auf, die an einem Düsenhalter vermittels einer Mutter 14 befestigt ist. Eine Kammer 12 ist vorgesehen in Düse 4 in der Nähe von deren innerem Ende und weist eine Kraftstoffauslaßöffnung 2 auf umgeben von einem Ventilsitz 3 an der Oberfläche 5, die den Kraftstoffdruck aufnimmt. Eine Ventilhülse erstreckt sich axial zur Düse und enthält und führt ein frei gleitendes Nadelventil 8 für Sitz 3 zum Schließen der Auslaßöffnung 2. Die Kammer 12 ist verbunden mit der Kraftstoffzufuhrquelle mit (nicht dargestellt) Einspritzpumpe vermittels des Kraftstoffdurchgangs, der aufwärts durch die Düse 4 geht und die miteinander kommunizieren. Die obere Fläche der Düse 4 weist eine ringförmige Rille 13 auf, und die besagten Kraftstoffdurchgänge 10 und 11 sind durch Löcher in besagter Rille miteinander verbunden. An der Wand des Einspritzdüsenhalters 9 befindet sich ein Vorsprung. Das Kraftstoffrückleitungsrohr R ist mit der Bohrung des Halters 9 durch diesen Vorsprung verbunden. Eine Kraftstoffzufuhrleitung C mit Spaltebenekristallfilter 27 ist mit dem äußeren Ende des Kraftstoffdurchgangs 10 durch ein unnummeriertes Kupplungsglied verbunden. Eine Stoßstange 7, koaxial zu Nadelventil 8 bewegt sich in der Bohrung des Düsenhalters 9 frei auf und ab.



Ende 6 des Nadelventils 8 kommt in Berührung mit Ventilsitz 3, während das andere Ende mit Stoßstange 7 in Berührung kommt. Die Stange ist mit der Düsenspiralfeder 15 verbunden, die einen Teil der Ventilstellvorrichtung P darstellt, und diese Verbindung geschieht durch Federsitz 16a. Feder 15 wird zwischen die Sitze 16a und 16b zusammengedrückt. Der gegen das Nadelventil ausgeübte Druck kann von außen geregelt werden durch Ein- bzw. Ausschrauben der Schraube 17, die gegen Federsitz 16b anliegt. Sobald die Spiralfederkraft überwältigt wird durch den Kraftstoffdruck, der gegen Oberfläche 5, die den Druck aufnimmt, und die gegenüberliegende Ventilfläche ausgeübt wird, hebt sich Ventil 8 und öffnet den Kraftstoffauslaß zum Motorzylinder.

Soweit bisher beschrieben ist die Bauart des Einspritzers konventionell. Erfindungsgemäß ~~XXXXXX~~ haften ein oder mehr Drähte, Halbleiter bzw. ähnliche beanspruchungsumwandelnde Elemente S 1 am Düsenfedersitz 16a (Abb. 1 und 2) an der Seite nach Ventilstange 7 und Ventil 8 oder, an dem Düsenfedersitz 16b (Abb. 3), an der Seite in Richtung Einstellschraube 17.

Wenn der Druck des Kraftstoffs, auf Oberfläche 5 des Nadelventils 8 ausgeübt, den Widerstand der Düsenfeder 15 überwältigt, um den Kraftstoffauslaß 2 zu öffnen, und Kraftstoff in den Zylinder ausspritzt, so kommt es zu einer Änderung des Widerstandes in Element S 1 infolge der Druckerhöhung, und diese Veränderung des Widerstandes wird durch das beanspruchungsumwandelnde Element S 1 in ein elektrisches Signal umgewandelt. Element S 1 haftet isoliert an der Endfläche 18 des Federsitzes 16 a in einer dem Eintritt von Kraftstoff zwischen die zusammenhaftenden Teile verwehrenden Weise durch Verwendung von durch Wärme härtbarem Harz wie ein Epoxy- oder Phenolharz, das dem Öl gegenüber widerstandsfähig ist. Unter diesen Umständen überträgt das beanspruchungsumwandelnde Element tatsächlich die Beanspruchung ohne durch das Eindringen von Öl aufgeweicht oder beschädigt zu werden. Die Einführungsbleidrähte 19', 19", die über eine Batterie 33 zu verbinden sind, werden durch Kabel 22 zu Element S geführt. Leiter 19" wird mit der Erde verbunden. Der Ausgangsdraht 19 des Elements S 1 wird durch die Axialbohrung 21 des Sitzes 16a in den Mittelraum der Düsenfeder 15 durch dasselbe Kabel geführt und dann durch die Federspiralen, damit das

Arbeiten der Feder nicht gestört wird. Das Kabel verläßt den Einspritzer durch eine Radialöffnung in der Wand des Einspritzerkörpers 9. Vorzugsweise, in Abbildungen 2 und 3, werden zwei Beanspruchungselemente benützt, deren Eingangsklemmen mit den Leitern 19' bzw. 19" mittels nicht dargestellter kleiner Spulen verbunden werden, und ihre Ausgangsklemmen werden miteinander und mit dem Draht 19 durch eine andere kleine Spule verbunden.

Der Ausgangsdraht 19 wird mit einem Wellen- oder Impulsformer 35 verbunden. Dies kann die Verwendung irgendeiner konventionellen Kombination von Verstärkungs- und Differenzierungsmitteln und Multivibratoren einschließen, die dem Fachmann gut bekannt sind. Die Verwendung eines einzigen Beanspruchungselementes S 1 ergibt eine Impulsserie von fallender Amplitude. Die Verwendung eines piezoelektrischen Elements ergibt ein Impulssignal wie in Kurve I, Abb. 8, gezeigt. Die Verwendung eines Verstärkers im Impulsformer 35 verändert die Impulse zu rechtwinkliger Form gleicher Amplituden. Die Verwendung eines Differenzierungsmittels in Impulsformer 35 erhöht die Breite und Zeitspanne jedes einzelnen Impulses, und die Hinzufügung eines monostabilen Multivibrators beseitigt das Geräusch. Die Impulsbreite kann durch Verwendung eines monostabilen Multivibrators konstant gemacht werden, was auch das Zuviel an Strom verringert. Kurve II Abb. 8, ist ein Beispiel der Impulsform, wie sie erhalten wird durch Verstärkung vermittels einer Hochdruckspule in Impulsformer 35.

Werden die beanspruchungsumwandelnden Elemente S 1 auf der Einstellschraubenseite des Düsenfedersitzes 16 b, wie in Abb. 3 dargestellt, angebracht, so haften sie in der zuvor beschriebenen Weise an der Außenendenfläche 24. Die Ein- und Ausführungsdrähte der Elemente S 1 gehen durch Löcher 26, leicht geneigt gegen die Sitzoberendfläche 24, und führen in den Mittelraum der Feder 15 in Kabel 22, das durch das Axialloch 25 im Federsitz 16 b führt.

Anstelle von Draht- oder Halbleiterbeanspruchungselementen kann ein Kristall-piezoelektrisches Element, Abb. 4, wie Barium-Titanat und Zirkonitum-Blei-Titanat oder gleichartige piezoelektrische

Elemente benutzt werden, um den Kraftstoffeinspritzdruck festzustellen. Ein piezoelektrisches Element, das den Sitz V trägt, mit einem abhängigen Flanzenenteil 50, der die Außenperipherie des Düsenfedersitzes 16b deckt, ist zwischen Federsitz und der Einstellschraube 17 in der Nadelventilstellvorrichtung P vorgesehen. Das piezoelektrische Element S 2 für die Erzielung einer elektrischen Leistung, erzeugt durch die äußere darauf wirkende Kraft, wird zwischen Innenfläche 51 des Sitzes V und die obere Fläche 24 des Federsitzes 16 b geklemmt. Diese Flächen und die Außenfläche 50 des Sitzes V, in die die Einstellschraube 17 eingreift, sind einander parallel, und auf diese Weise wird das Element S 2 so gehalten, daß es der Durchdringung durch Öl widersteht. Der Auslaßbleidraht 19 des piezoelektrischen Elements S 2 wird in den Mittelraum der Düsenfeder 15 geführt mittels Kabel 22, das durch das Axialloch 25 des Düsenfedersitzes 16 b führt und dann zwischen die Federspiralen zum Radialloch 23 in der Wand des Düsenhalters 9, wobei das Kabel in geeigneter Weise abgedichtet ist gegen Öllecken durch Durchgang 23 und verbunden ist mit dem Wellenformer 35.

Der Einspritzer B ist von der Type, in der der Einspritzerdruck durch den Plattendruck einer gewöhnlichen Unterlegscheibe geregelt wird. Das beanspruchungsumwandelnde Element S 1 ist darin vorgesehen wie in den Abbildungen 5 und 6 gezeigt. Die Nadelventilstellvorrichtung P' umfaßt die Düsenspiralfeder 15, die das Nadelventil in Richtung Kontaktherstellung mit Ventilsitz 3 drängt. Der Federsitz 16 c ist vorgesehen am oberen Ende der Stoßstange 7, und das andere Ende derselben greift in Nadelventil 8 ein. Die Spiralfeder 15 wird zwischen Sitz 16c und Unterlegscheibe 16 d gepreßt. Der durch Vorrichtung P' gegen Nadelventil 8 in Richtung auf den Ventilsitz ausgeübte Druck kann dadurch geregelt werden, daß die Unterlegscheibe 16 d durch eine andere einer verschiedenen Stärke ersetzt wird.

Beim Hinzufügen des beanspruchungsumwandelnden Elements S 1 sollte dieses unmittelbar am den Düsenfedersitz 16 c kommen oder an die Unterlegscheibe 16 d und zwar in isolierender Weise und so, daß der Eintritt von Öl zwischen den aneinanderliegenden Teilen verhindert wird., z.B. kann die Füllvorrichtung 28 die Form eines

Napfes haben mit einer dazu gehörigen peripheren Seitenwand 29' und einer dünnen federnden Bodenwand D, die als Membran wirkt. Der obere Teil der wand 29' ist so vorgesehen, daß er gegen den entsprechend geformten oberen Wandabschnitt des Hohlraums 29 im Einspritzdüsenhalter 29 anliegt, und das Halbleiter-beanspruchungs-umwandelnde Element S 1 liegt an an der oberen flachen Fläche 31 der Bodenwand D in der Nähe der Mitte derselben. In der Nähe der Mitte der unteren Fläche der Membran D befindet sich ein Vorsprung 30, der die obere Fläche der Unterlegscheibe 16 b berührt. Beim Heben des Ventils biegt bzw. wölbt der Druck der Ventilfeder, ausgeübt durch Unterlegscheibe 16 d und Vorsprung 30, die Membran D und das anliegende Element S 1 zur Abgabe eines elektrischen Signals. Der Ausgangsdraht des Halbleiters S 1 wird aufwärts aus der Einspritzvorrichtung herausgeführt mittels des Kabels 22, das durch das Loch 32 geht, das im Wandabschnitt 9' des Einspritzdüsenhalters 9 vorgesehen ist. Dieser Durchgang ist ebenfalls gegen Öllecken abgedichtet. Der ausgehende Draht 19 ist ebenfalls an eine Klemme der elektrischen Quelle gelegt, die Zellen 33, und ist über einen Widerstand mit dem Impulsformer 35 verbunden. Die andere Zellenklemme ist an Erde gelegt wie auch die Eingangsklemme des Halbleiters durch Draht 19" im Kabel.

In der vorliegenden Erfindung kann, wenn es gewünscht wird, daß nur der Zeitpunkt bestimmt wird, wann die Kraftäußerung zum Einspritzen des Kraftstoffs zu Beginn ausgeübt wird und der absolute Wert der Kraftäußerung nicht so wichtig ist, nur ein einziges Halbleiterbeanspruchungsmeßelement verwandt werden wie in den Abbildungen 5 und 6 gezeigt ist, /Temperaturänderungen zu kompensieren. /da es nicht erforderlich ist, /

Die verwandten beanspruchungsumwandelnden Elemente können ein kristall-piezoelektrisches Element sein, in welchem Falle die elektrische Leistung groß ist. Aus diesem Grunde ist es bei Verwendung derartiger Elemente möglich, mehr als einige Kilovolt Leistung zu erzielen, was der Notwendigkeit enthebt, einen Verstärker zu benützen, und das Ausgangssignal kann unmittelbar zu dem Auslösestromkreis einer stroboskopischen Lampe geführt werden.

Die Einspritzzeitpunktbestimmungsmethode der vorliegenden Erfindung wird bewerkstelligt durch Verwendung des Einspritzers A oder B, oben beschrieben, an Stelle des Einspritzers des Motors

009809/1241

(z.B. Dieselmotor E, Abb. 7), dessen Einspritzzeitpunkt zu bestimmen gewünscht wird, wobei der Einspritzer an die Einspritzpumpe angeschlossen ist, so daß der Motor angetrieben wird. Der Einspritzdruck des Einspritzers A oder B ist vor-eingestellt, damit er derselbe ist wie der Einspritzdruck des entfernten Einspritzers, indem der Druck der Düsenfeder geändert wird, wobei ein handelsüblicher Düsenprüfer zur Anwendung kommt. Dann wird, wie in Abb. 7 gezeigt, der Ausgangsbleidraht 19 des beanspruchungsunwandelnden Elements S in dem Einspritzer A oder B mittels Kabel 22 zu dem Wellenformer 35 durchgeschaltet, worin das elektrische Signal als ein Impuls besagten Elementes S verstärkt und differenziert wird, und gleichzeitig wird das Geräusch behoben und das Zuviel an Strom wird verringert. Die Ausgangsleistung von besagtem Wellenformer 35 wird durch den Leiterdraht 37 an den Auslösestromkreis einer stroboskopischen Lampe herangeführt. Die Lampe 36 ist so angeordnet, daß sie Skala 40 beleuchtet mit dem Kurbelwinkel zwischen minus 40° C und plus 40° C in der Nachbarschaft der oberen Totpunktlage, auf dem mit der Motorkurbelwelle verbundenen Schwungrad W. Befestigt an einem stationären Teil der dem Motorblock entgegengesetzten Skala 40 befindet sich eine Indexmarke 40 zum Zwecke der Ablesung im Hinblick auf besagte Kurbelwinkelskala 40.

Die Verwendungsart und die Betriebsweise können wie folgt erklärt werden: Der Einspritzdüsenausgang 2 des Einspritzers A oder B wird durch Ventil 8 unter dem Druck von Feder 15 geschlossen. Wenn jedoch Kraftstoff zur Kammer 12 geliefert wird gleichzeitig mit den Hin- und Herantriebsbewegungen des Kolbens der Einspritzpumpe und der Kraftstoffdruck den normalen Einspritzdruck erreicht, so wird der Vor-Federdruck überwältigt, so daß Auslaß 2 geöffnet wird und Kraftstoff in den Motorzylinder ausgespritzt wird. Die Kraft bzw. der Beanspruchungswechsel auf Nadelventil 8 wirkend, wird jedesmal wenn das Ventil den Sitz 3 verläßt, um den Kraftstoff auszuspritzen, durch das Element S 1 im Einspritzer in ein elektrisches Signal verwandelt. Dieses Signal bewirkt, daß Erregerstrom durch Draht 37 (Abb. 7) zu der Zündspule des Auslösestromkreises der stroboskopischen Blinklampe 36 geht, und ein daraus sich ergebender Hochspannungsimpuls, der in dem Sekundärstromkreis erzeugt wird, wird

an die stroboskopische Auslöseelektrode gegeben. Auf diese Weise gibt Lampe 36 einen Strahl von sich gleichzeitig mit dem Heben des Ventils des Einspritzers A oder B. Der Einspritzzeitpunkt wird abgelesen unter dem Strahl der Lampe durch Beobachten der entsprechenden Stellung der festen Markierung 41 im Hinblick auf die Kurbelwinkelwkala 40 gerade als ob der Motor stünde und nicht arbeitete.

Wenn die durch Beanspruchungswechsel im Umwandel-Element S erzeugten elektrischen Signale einem Oszillographen zugeleitet werden, lassen sich die Veränderung der normalen Düsenventilhebung sowie der Einspritzzeitpunkt des Einspritzers ablesen. Zu diesem ~~Zweck~~ Zweck wird das Kabel 37, das den Differentialverstärker und die stroboskopische Lampe 36 verbindet, mit einem (nicht dargestellten) Oszillographen verbunden, und es wird eine graphische Darstellung des Einspritzzeitpunktes, der Düsenventilhebung und des Kurbelwinkels, wie in Abb. 8 gezeigt, erzielt. In Abb. 8 zeigt die Abszisse den Kurbelwinkel. Für Kurve I zeigt die Ordinate die Düsenventilhebung in Millimetern, wenn die Motorgeschwindigkeit 1000 U/min. beträgt. Für Kurve II zeigt die Ordinate den Auslöseimpuls (die Primärspannung) in der stroboskopischen Blinklampe 36, wenn der Ladestrom augenblicklich durch die Primärseite des Auslösestromkreises geht zur Emission des Strahls der Lampe. Der normale Einspritzdruck besagten Einspritzers ist  $100 \text{ kg/cm}^2$ .

Wenn daher der Druck des Kraftstoffs, der von der Einspritzpumpe geliefert wird, die an die Kraftstoffquelle angeschlossen ist, die Druckkraft der Düsenfeder der Nadelventildruckvorrichtung übersteigt, so verläßt das Nadelventil den Ventilsitz, und Kraftstoff wird ausgespritzt in den Zylinder. In diesem Augenblick erzeugt das Umwandlungselement S in der Nadelventildruckvorrichtung das elektrische Signal, um die Beanspruchungsveränderung infolge der Düsenventilhebung, wie durch Kurve I der Abb. 8 dargestellt, zu zeigen, und der Punkt X' besagter Kurve I zeigt den Beginn des Ventilöffnens und der Kraftstoffeinspritzung, wie sie bei  $8^\circ$  Kurbelwinkel stattfindet, an. Der Impuls zeigt weiterhin auf Kurve I eine maximale Ventilhebung von 1.0 mm, wobei das Ventil offen bleibt bis  $4^\circ$  Kurbelwinkel. Dies stellt natürlich ein Maß des Betrages eingespritzten Kraftstoffs dar.

009809/1241

Zu dem Zeitpunkt, in dem das Ventil den Ventilsitz verläßt, liefert das erzeugte Signal X Ladestrom augenblicklich an die Primärseite eines Transformators im Auslösestromkreis der stroboskopischen Lampe, und da es wünschenswert ist, daß der Auslöseimpuls Kurve II nicht verzögert wird im Hinblick auf den Beginn der Ventilhebung, wird ein konventioneller Differentialverstärker verwandt, um dieses Signal elektrisch zu verstärken und zu differenzieren und um die Zeitverzögerung dabei innerhalb eines statthaften Bereichs zu halten. Der steigende Punkt Y in Kurve II zeigt also den Beginn des Ladens der Primärseite des Lampenauslösestromkreises als nur sehr leicht hinter Punkt X nacheilend. Diese Signalimpulse, die den Einspritzzeitpunkt, die Ventilhebung und die Lampenauslösung angeben, können in abgetasteter Wellenform am Oszillographen beobachtet werden. Es ist auf diese Art möglich, die Menge gespritzten Kraftstoffs zu messen und zu errechnen für einen beliebigen gewählten Einspritzdruck bei beliebiger Motorgeschwindigkeit.

Die Motor-Einspritzzeitpunktbestimmung der oben beschriebenen Art kann geregelt werden, um den Motorlaufbedingungen zu entsprechen. So kann z.B. der Einspritzvorwinkel vorverlegt oder verzögert werden vermittelt eines automatischen Zeitgebers, eines Unterdruckreglers oder eines Fliehkraftreglers, um automatisch den Einspritzzeitpunkt zu bestimmen im Hinblick auf den Normalwert des Einspritzzeitpunktes unter Berücksichtigung der Auswirkung der Zeitbestimmung auf den Laufzustand des Motors.

Es ist ebenfalls möglich, gleichzeitig die Motorgeschwindigkeit zu erfahren, indem man die Frequenz elektrischer Leistungsimpulse X innerhalb einer Zeiteinheit zählt unter Verwendung eines elektromagnetischen Zählers oder eines elektrischen Zählers, oder indem man besagten Impuls in seinen analogen Wert verwandelt vermittelt eines entsprechenden Stromkreises, um einen Spannungsmeßwert zu erhalten.

In Abb. 9 zeigt die Ordinate eine Einspritzzeitpunktbestimmung im Verhältnis zu dem Kurbelwinkel (in Graden), und die Abszisse die Motorgeschwindigkeit (in U/Min.). Die Kurve III zeigt Messungen des Einspritzzeitpunktes in Übereinstimmung mit der Methode der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu Kurve IV, die

Messungen zeigt, wie sie erhalten werden durch die konventionelle statische Einspritzzeitpunktbestimmungsmethode. Um Kurve IV zu erhalten, wurde die Einspritzzeitpunktbestimmung bei nicht laufendem Motor vorgenommen, während andere erzielt wurden aus den Eigenschaften des Motorreglers.

Bei besagter konventioneller statischer Methode ist das Rohr zur Einspritzzeitpunktbestimmung vorgesehen am Speiseventilhalter der Einspritzpumpe, und der Motor wird gedreht durch Drehen der Kurbelwellenscheibe, bis der Kraftstoff beinahe überzufließen beginnt, wobei der Einspritzpumpenkörper nach und nach nach rechts oder links gekippt wird und die Oberfläche in besagtem Rohr zu steigen beginnt. Dies bedeutet, daß der Einspritzzeitpunkt z.B. bei  $3^{\circ}$  vor dem oberen Totpunkt der Kurbelwelle liegt. Der auf diese Weise erhaltene Einspritzzeitpunkt wird als der normale Einspritzzeitpunkt angesehen. Der Zeitpunkt, in dem die Einspritzpumpe zu arbeiten beginnt, wird als Einspritzzeitpunkt betrachtet, aber die Länge des Kraftstoffrohres, das die Einspritzpumpe mit dem Einspritzer verbindet, wird bei dieser Messung nicht berücksichtigt. Die konventionelle Meßmethode berücksichtigt demnach nicht den Unterschied (siehe a in Abb. 9) zwischen dem Arbeitsbeginn des Kolbens in der Einspritzpumpe und dem Beginn des Arbeitens des Einspritzers, und es ist aus diesem Grunde unmöglich, den tatsächlichen Einspritzzeitpunkt zu erhalten wie er in Kurve III gezeigt wird.

In Übereinstimmung mit der Methode der vorliegenden Erfindung werden Einspritzzeitpunkt und Einspritzdruck durch dynamische messung erhalten, und es besteht keine Gefahr, daß Unterschiede auftreten zwischen tatsächlichen Werten von Einspritzzeitpunkt und -Geschwindigkeit und deren gemessenen Werten.

Wie in den vorhergehenden Abschnitten erklärt, ist die Methode der Einspritzzeitpunktbestimmung der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß bei dem betreffenden Motor ein Einspritzer vorgesehen ist, der ein beanspruchungsumwandelndes Element an seiner Ventilstellvorrichtung aufweist, und die Beanspruchungsveränderung in besagter Vorrichtung wird zu dem Zeitpunkt, in welchem das Ventil den Ventilsitz verläßt, um den Kraftstoff auszuspritzen, in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das auf diese Weise erhaltene Signal wird dazu verwandt, Erregerstrom zu

009809/1241

BAD ORIGINAL



geben, um eine stroboskopische Lampe auszulösen, so daß diese gleichzeitig mit der Hebung des Einspritzer-Ventils blinkt. Eine den Kurbelwinkel zeigende Skala, die sich gleichzeitig mit der Kurbelwelle des Motors dreht und ein entgegengesetzter fester Indexstrich werden durch die Strahlen der Lampe beleuchtet und werden beobachtet zwecks Ablesung des Kurvenwinkels zu dem Zeitpunkt der Einspritzung genau so, als ob sich der Motor im Ruhezustand befände.

Es kann daher in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung der Einspritzzeitpunkt des Einspritzers bestimmt werden, während der Motor mit gleichförmiger Geschwindigkeit oder mit veränderlicher Geschwindigkeit läuft, und es ist solcherweise möglich, die Zeitpunkteinstellung zu korrigieren, um den Laufbedingungen des Motors gerechtzuwerden, indem man den Einspritzzeitpunkt vorverlegt bzw. verzögert. Auf solche Weise gemessen und eingestellt wird die Arbeitsweise des Motors verbessert, die Motorleistung erhöht und werden die in den Motor gegebenen Kraftstoffmengen verringert, was die hohe Konzentrierung unverbrannter Gase im Auspuff infolge unvollständiger Kraftstoffverbrennung verhinuert.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung bezieht sich auf die wichtige Funktion des Vermeidens von Motor-Nachbrennen durch plötzliches Aufhören der Kraftstoffeinspritzung und des Vermeidens des Tropfens von Kraftstoff durch den Einspritzerauslaß. Kommt es zu Sekundäreinspritzung nach beendeter Normaleinspritzung, so wird der gehobene Stand des Ventils während der Sekundäreinspritzung begleitet durch einen Beanspruchungswechsel in der Ventilstellvorrichtung, der ebenfalls durch das beanspruchungsumwandelnde Element, das zum Einspritzer gehört, in ein elektrisches Signal verwandelt wird und dadurch einen Strahl der stroboskopischen Lampe bewirkt. Dies ist natürlich leicht zu beobachten bzw. zu entdecken, und es können dann Einstellungen vorgenommen werden, die das Nachbrennen oder die Sekundäreinspritzung vermeiden lassen.

Diese Vorrichtung läßt sich leicht hinzusetzen und entfernen, da sie denselben Raum einnimmt wie ein Einspritzer ohne Vorrichtung, und die Vorrichtung läßt sich leicht einstellen und neu aufbauen.

009809/1241

Wenn auch gewisse spezifische Verwirklichungen der Erfindung gezeigt und beschrieben worden sind, so ist es doch offenbar, daß viele Abänderungen dabei möglich sind. Die Erfindung soll daher nicht eingeschränkt werden auf das, was auf den Zeichnungen und den Beschreibungen derselben gezeigt wird, sondern wird betrachtet als vernünftige und offenbare gleichwertige Verwirklichungen einschließend.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

- 1) Verfahren zur dynamischen Bestimmung des Einspritzzeitpunktes eines Verbrennungsmotors mit einer Einspritzvorrichtung, die ein Ventil, eine Ventilschließvorrichtung und einen Ventilsitz aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Belastungsänderung in der Ventilschließvorrichtung ein elektrisches Signal erzeugt wird, wenn das Einspritzventil von seinem Sitz abhebt, um Kraftstoff in den Motor einzuspritzen, und daß weiterhin das Signal einer stroboskopischen Lampe zugeleitet wird, die so angebracht ist, daß sie eine von der Kurbelwelle gedrehte Kurbelwinkelskala beleuchtet, woraufhin dann im Licht der stroboskopischen Lampe der Einspritzzeitpunkt an der Kurbelwinkelskala relativ zu einer Indexmarke am Motorblock abgelesen wird.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Signal in einem beanspruchungsumwandelnden Element (Meßwertwandler), das an der Ventilschließvorrichtung anhaftet, erzeugt wird.
- 3) Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das beanspruchungsumwandelnde Element ein drahtförmiger Dehnungsmeßstreifen ist.
- 4) Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das beanspruchungsumwandelnde Element ein Halbleiter ist.
- 5) Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das beanspruchungsumwandelnde Element ein piezoelektrischer Kristall ist.
- 6) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Signal auf einem Oszillographen zur Messung der einge-

009809/1241

ORIGINAL INSPECTED

spritzten Kraftstoffmenge und des Einspritzdruckes aufgezeichnet wird.

- 7) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des elektrischen Signals innerhalb einer Zeiteinheit durch Verwendung einer elektrischen Zählvorrichtung ermittelt wird, sodaß die Motordrehzahl und der Einspritzzeitpunkt ermittelt werden können.
- 8) Vorrichtung zur Einspritzzeitpunktbestimmung bei einem laufenden Verbrennungsmotor, gekennzeichnet durch einen Verbrennungsmotor mit Kraftstoffeinspritzvorrichtung, welche ein den Kraftstoffauslaß steuerndes Ventil hat sowie eine Kraftstoffleitung, welche die Kraftstoffspeisepumpe mit der Einspritzvorrichtung derart verbindet, daß das Ventil angehoben und der Kraftstoffauslaß geöffnet wird, und welche auch Mittel hat, die das Ventil in die entgegengesetzte Richtung drücken, um das Ventil zuschließen, wobei dann Mittel zur Umwandlung von mechanischer Beanspruchung in Elektrizität vorgesehen und so angeordnet sind, daß Beanspruchungsänderungen in der Ventilschließvorrichtung erfaßt werden und daß in dem Zeitpunkt, in dem das Ventil beginnt, den Kraftstoffauslaß zu öffnen und Kraftstoff aus dem Einspritzer in den Zylinder des Motors zu spritzen, ein Signal erzeugt wird, wobei weiterhin Mittel zum Weiterleiten des Signals zwecks Auslösung einer stroboskopischen Lampe vorgesehen sind; und wobei weiterhin eine Kurbelwinkelskala vorgesehen ist, die synchron mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors rotiert, sowie gegenüber dieser Kurbelwinkelskala am Motorblock eine Indexmarke, und wobei endlich die stroboskopische Lampe so angeordnet ist, daß sie die Kurbelwinkelskala und die Indexmarke beleuchtet, sodaß der Kurbelwinkel zum Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung genau so gesehen oder betrachtet werden kann, als wenn der Motor still stünde.

- 9) Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilschließvorrichtung eine Schraubenfeder aufweist und daß das Mittel zum Umwandeln von Beanspruchung in ein elektrisches Signal ein Beanspruchungselement aufweist, welches zwischen der Schraubenfeder und einem Sitz für dieselbe innerhalb der Einspritzvorrichtung sitzt.
- 10) Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilschließvorrichtung eine Schraubenfeder aufweist und daß das Mittel zur Umwandlung von Beanspruchung in ein elektrisches Signal ein Halbleiter-Beanspruchungsmeßelement aufweist, das zwischen der Schraubenfeder und einem Sitz für dieselbe in der Kraftstoffeinspritzvorrichtung sitzt.
- 11) Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilschließvorrichtung eine Schraubenfeder ist, und daß das Mittel zur Umwandlung von Beanspruchung in ein elektrisches Signal einen piezoelektrischen Kristall aufweist, der zwischen der Schraubenfeder und einem Sitz dafür in der Kraftstoffeinspritzvorrichtung sitzt.
- 12) Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Sitz für die Schraubenfeder eine druckempfindliche Vorrichtung aufweist, die eine zwischen der Spiralfeder und einem festen Wandabschnitt der Einspritzvorrichtung sitzende Membran enthält, wobei das Beanspruchungsmeßelement bzw. der Meßwertwandler an die Membran angeheftet bzw. angeklebt ist.

009809/1241

ORIGINAL INSPECTED

21  
Leerseite



FIG. 1

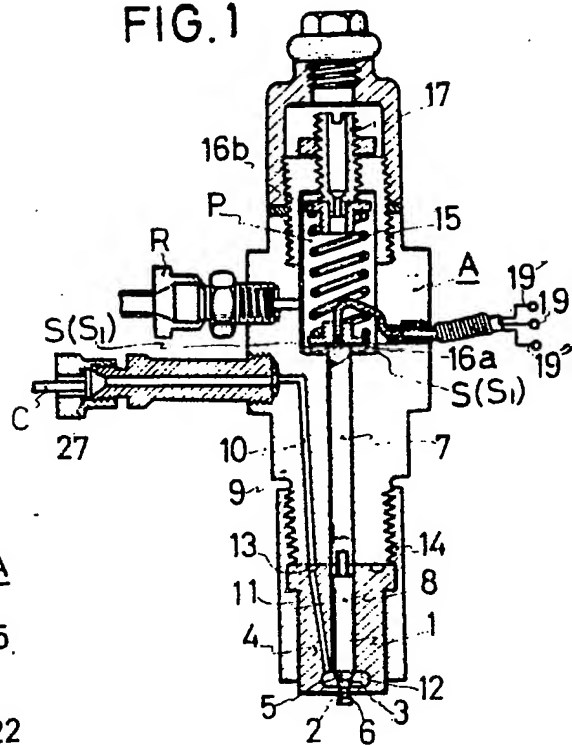


FIG. 2

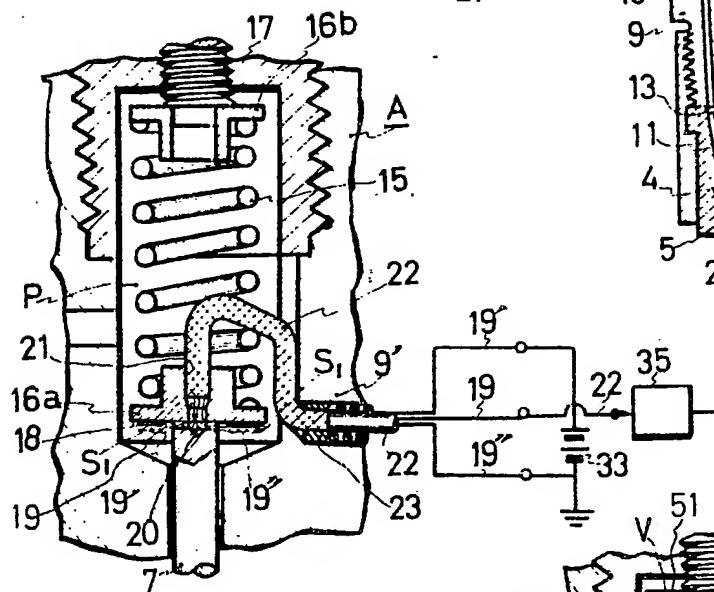
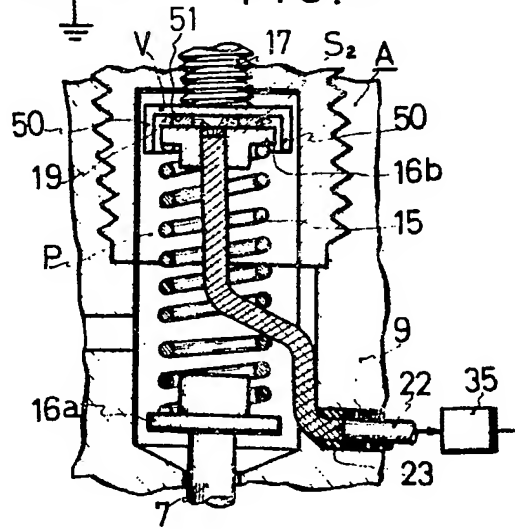


FIG. 4



009809/1241

FIG. 3

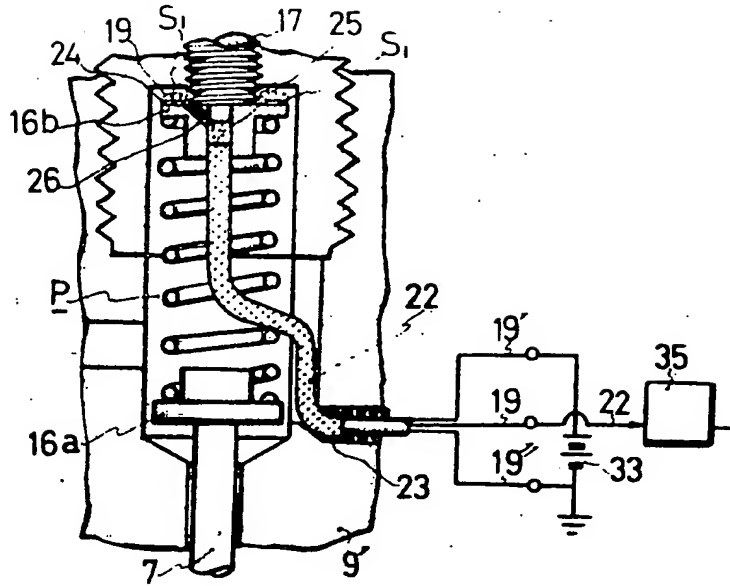


FIG. 5

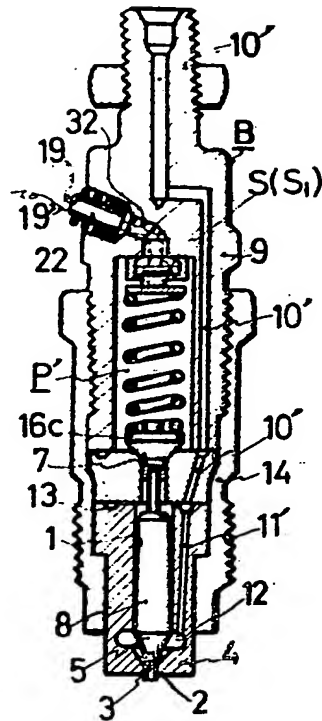
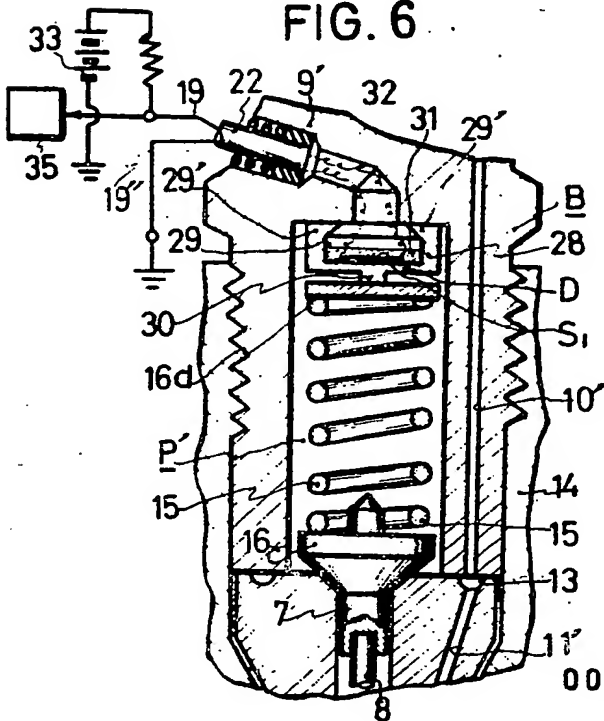


FIG. 6



009809/1241



FIG. 7

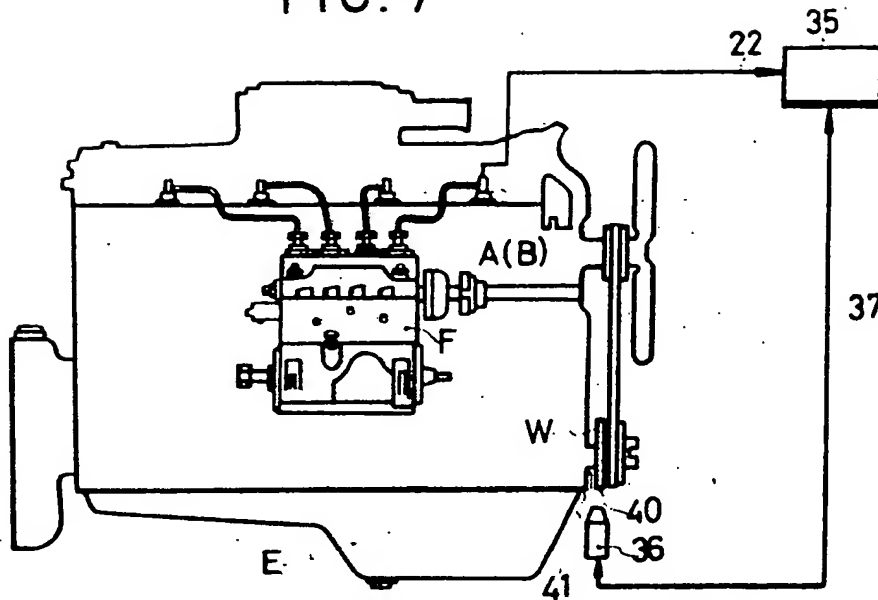
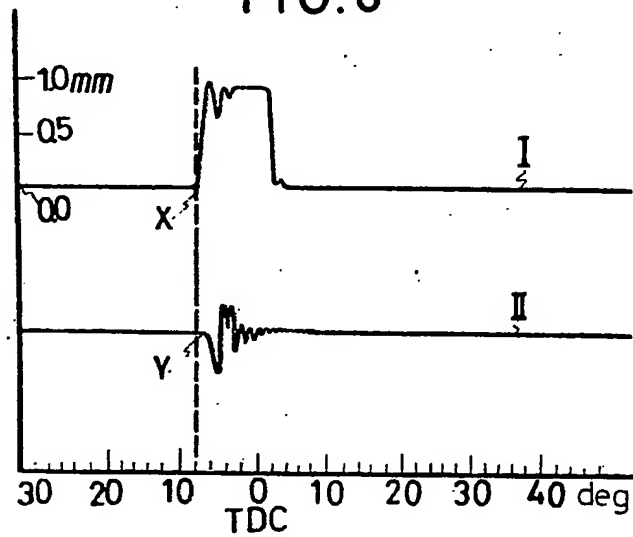


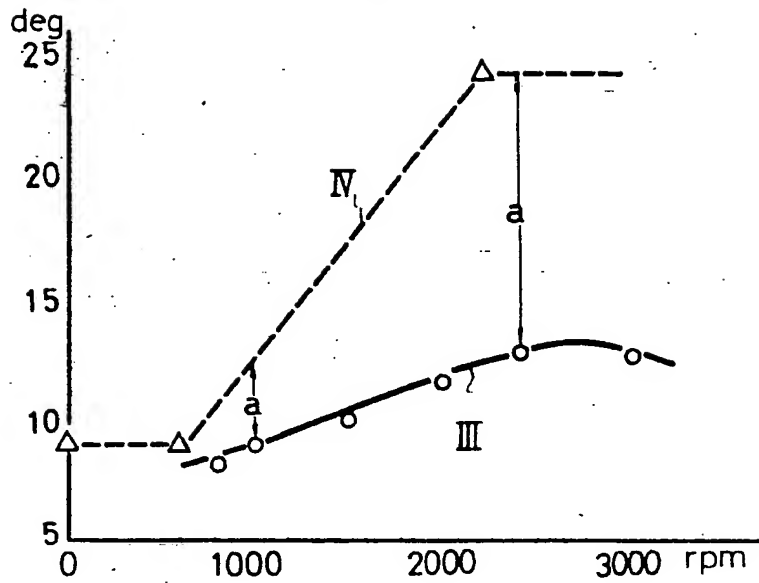
FIG. 8



009809/1241

ORIGINAL INSPECTED

FIG. 9



009809/1241

ORIGINAL INSPECTED

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**